

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-76694

(P 2 0 0 0 - 7 6 6 9 4 A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl.⁷

G11B 7/135

識別記号

F I

G11B 7/135

テームコート (参考)

Z 5D119

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-253336

(22)出願日 平成10年8月25日(1998.8.25)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号

(72)発明者 鳴海 理香

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72)発明者 山崎 敬之

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74)代理人 100084607

弁理士 佐藤 文男 (外 2 名)

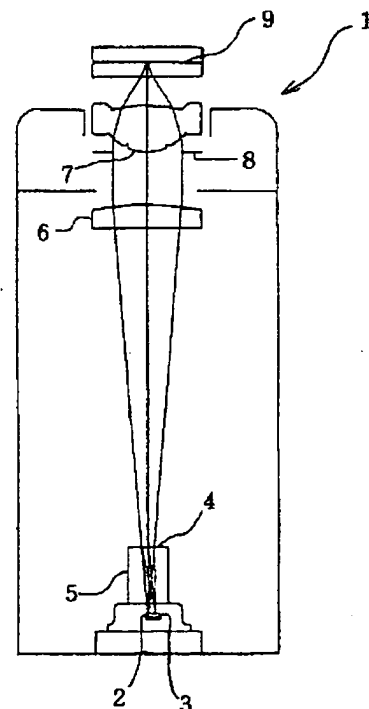
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57)【要約】

【課題】 ホロレーザを用いた光ピックアップでは、光検出器の位置精度の実用的な限界から光検出器は大きくなり、特にCD記録再生時にはフレアによるノイズの発生、フォーカスエラー信号の劣化が顕著となる。特に単一の光源によって複数種の光情報記録媒体を再生する場合は問題となるのでこれを解決する。

【解決手段】 この発明の光ピックアップ装置においては、フレアのカットは、第1の光情報記録媒体の再生用の光束の集光点と第2の光情報記録媒体の再生用の光束の集光点を大きくずらすことにより、記録面からの反射光が、光検出器から外れた位置に入射し、フレアは光検出器へ影響を及ぼさないようにされる。あるいは、第2の光情報記録媒体の再生時に、必要な開口数の外側で、記録面からの反射光が光検出器に入射する領域の光束をカットするように、対物レンズ面上に光の遮蔽層を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板の厚さが t_1 で屈折率が n_1 の第1の光情報記録媒体に情報記録された情報と、透明基板の厚さが t_2 で屈折率が n_2 の第2の光情報記録媒体に情報記録された情報とを光源から出射した光束を1つの対物レンズで透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面からの反射光を光検出器により検出することにより記録再生する光ピックアップ装置において、該光検出器はほぼ平行に配置された複数の短冊状のセンサー素子によって構成され、

該対物レンズは、光軸を中心に輪帯状に複数の領域に分割されており、少なくとも1つずつの第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域と第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域とを含み、

第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、最も光軸から離れた領域の平均作動距離を f_{b1} 、第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、最も光軸から離れた領域の平均作動距離を f_{b2} としたとき、下記の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置

$$0.05\text{mm} < |(f_{b1} + t_1/n_1) - (f_{b2} + t_2/n_2)| < 0.2\text{mm}$$

平均作動距離とは、対物レンズの光情報記録媒体側の面と光軸との接平面を基準に、各輪帯状の領域を通る光束が光軸と交わる位置までの距離を面積平均した量から基板厚を差し引いた量

【請求項2】 請求項1において、短冊状のセンサー素子の長編の長さを L 、情報記録面と光検出器間の倍率を M としたとき、下記の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置

$$30\mu\text{m} < |L/M| < 150\mu\text{m}$$

【請求項3】 請求項1あるいは請求項2において、情報記録面からの反射光を光検出器の方向に導くためのホログラム素子を有することを特徴とする光ピックアップ

【請求項4】 請求項1ないし請求項3の何れかにおいて、光源と光検出器がほぼ同じ平面内にあることを特徴とする光ピックアップ

【請求項5】 透明基板の厚さが t_1 で屈折率が n_1 の第1の光情報記録媒体に情報記録された情報と、透明基板の厚さが t_2 で屈折率が n_2 の第2の光情報記録媒体に情報記録された情報とを光源から出射した光束を1つの対物レンズで透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面からの反射光を光検出器により検出することにより記録再生する光ピックアップ装置において、該光検出器はほぼ平行に配置された複数の短冊状のセンサー素子によって構成され、

該対物レンズは、光軸を中心に輪帯状に複数の領域に分割されており、光軸上の第1輪帯領域は第1の光情報記録媒体と第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面

収差を補正され、第2の輪帯領域は第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正され、第3輪帯領域は遮蔽領域とされ、第4輪帯領域は第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正された領域とされていることを特徴とする光ピックアップ装置

【請求項6】 請求項5において、対物レンズの遮蔽領域は $NA0.3 \sim 0.4$ であることを特徴とする光ピックアップ装置

【請求項7】 請求項5あるいは請求項6において、情報記録面からの反射光を光検出器の方向に導くためのホログラム素子を有することを特徴とする光ピックアップ

【請求項8】 請求項5ないし請求項7の何れかにおいて、光源と光検出器がほぼ同じ平面内にあることを特徴とする光ピックアップ

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ピックアップ装置用対物レンズ、特に記録密度の異なる複数の光情報記録媒体の記録再生を可能とする対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクなどを光情報記録媒体とし、レーザー光源からの光束を透明基盤を介して記録面上に集光する光ピックアップ装置において、透明基盤の厚さ、情報の記録密度の異なる複数の光情報記録媒体、例えばDVDとCDとを、同一対物レンズで記録再生するものが種々提案されている。それらのうち、複数種の光情報記録媒体を同一対物レンズで記録再生できるものは、光ピックアップの構成を簡単にし、小型化、低コスト化のために望ましい。このような対物レンズとして、屈折面を複数の輪帯上領域に分割し、各領域ごとに、対応する光情報記録媒体に適した収差補正を行うものが知られている。

【0003】同一対物レンズで複数種の光情報記録媒体の再生を行う光ピックアップ装置の1例を図9に示す。光ピックアップ装置10は、光源である半導体レーザー11、偏光ビームスプリッタ12、コリメータレンズ13、1/4入板14、絞り17、対物レンズ16、非点収差素子であるシリンドリカルレンズ18、光検出器30、およびフォーカス制御およびトラッキング制御のための2次元アクチュエータ15などからなる。光源である半導体レーザー11からの光束は、偏光ビームスプリッタ12、コリメータレンズ13および1/4入板14を透過して円偏光の平行光束となり、絞り17により絞られ、対物レンズ16によって光ディスク20の透明基板21を介して情報記録面22上に集光される。情報記録面22で情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物レンズ16、1/4入板14、コリメータレンズ13により収束光となり、偏光ビームスプリッタ12で反射し、シリンドリカルレンズ18を経て光検出器30に入射する。その出力信号を用いて光ディスク20に情

報記録された情報の読み取り信号が得られる。一方、光検出器 30 上でのスポットの形状変化による光量分布変化を検出して合焦検出やトラック検出を行なう。光検出器 30 からの出力を用いて周知のように図示しない演算回路によってフォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号が生成され、このフォーカスエラー信号に基づいて 2 次元アクチュエータ 15 が、光束を情報記録面 22 上に結像するように対物レンズ 16 を光軸方向に移動させ、同時にトラッキングエラー信号に基づいて光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ 16 を光軸と垂直な方向に移動させる。

【0004】このような光ピックアップ装置に用いられる対物レンズの 1 例の断面図と収差図を図 10 と図 11 に示す。対物レンズの 1 面 S1 は Sd1~Sd4 の 4 つの輪帯領域に分けられ、透過基板の厚の差により発生する球面収差を利用して、第 1 の光情報記録媒体 21 に対しては領域 Sd1、Sd2、Sd4 を透過した光束が集光され、第 2 の光情報記録媒体 21' に対しては領域 Sd1、Sd3 を透過した光束が集光される。利用されない輪帯の光束、例えば第 2 光情報記録媒体の記録再生時、第 1 の光情報記録媒体用の輪帯領域 Sd2、Sd4 を透過した光束はフレアとなり、光検出器 30 に入射すれば、トラッキング信号やフォーカスエラー信号の誤差の原因となる。

【0005】このとき、光検出器の受光部の一辺の大きさを L、情報記録面と光検出器までの集光光学系の倍率を M としたとき、 $|L/M|$ が $6 \sim 18 \mu\text{m}$ の範囲にあれば、このフレアを効果的に除去できることが知られている（特開平 10-55564 号）。図 7 のピックアップにおいては、4 分割受光素子が用いられ、その大きさを十分に小さくすることが可能であり、また、シリンドリカルレンズ 18 と共にレンズを付加することによって倍率 M を適当に選択することも可能である。

【0006】しかし、近年、光源と、光検出器と、光源からの光束と光情報記録媒体からの反射光を分離するホログラム素子を一体化した素子（以下ホロレーザという）が、特に CD 用光ピックアップ装置に広く用いられている。このホロレーザはつぎのような特徴を有する。

① ホログラムと光源、光検出器の位置精度の実用的な限界から、光検出器は短冊状の複数の素子によって構成され、各素子の長辺の長さ L は $200 \mu\text{m}$ から $800 \mu\text{m}$ と長い。

② 光源の効率を高めるため、光源と光情報記録媒体の情報記録面までの倍率は 5~7 倍と小さい。

③ 光源と光検出器がほぼ同一平面上にあるため、光情報記録媒体の情報記録面と光検出器の倍率 M も同様に 5~7 倍である。

このため、 L/M が大となり、特に CD 記録再生時にはフレアによるノイズの発生、フォーカスエラー信号の劣

化が顕著となる。

【0007】このフレアは、開口絞りを挿入したり、液晶シャッタを配設することによってカットすることが出来る。しかし、それによってホロレーザの利点が失われることとなる。すなわち、ホロレーザはホログラム、光源、光検出器が一体にユニット化されており、集光光学系は、ホロレーザ、対物レンズあるいはホロレーザ、コリメーターレンズ、対物レンズと 2 あるいは 3 のユニットで組み立てることが出来るが、絞りなどの部品を付加することにより、ピックアップの構造が複雑になり、また、信頼性も低下してしまう。光源として波長の異なる 2 つ以上のレーザを用いる場合は、各光源ごとに対処することも出来るが、単一の光源によって複数種の光情報記録媒体を記録再生する場合は、特に問題となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、対物レンズそれ自身に、上記のフレアのカット機能を持たせることにより、極めて単純な構成であるにもかかわらず、上記の問題を含まず、複数種の光情報記録媒体の良好な記録再生を可能とする光ピックアップ装置を得ようとする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の光ピックアップ装置においては、フレアのカットは、第 1 の光情報記録媒体の再生用の光束の集光点と第 2 の光情報記録媒体の再生用の光束の集光点を大きくずらすことにより、記録面からの反射光が、光検出器から外れた位置に入射し、フレアは光検出器へ影響を及ぼさないようにされる。あるいは、第 2 の光情報記録媒体の再生時に、必要な開口数の外側で、記録面からの反射光が光検出器に入射する領域の光束をカットするように、対物レンズ面上に光の遮蔽層を形成する。透明基板の厚さが t_1 で屈折率が n_1 の第 1 の光情報記録媒体に情報記録された情報と、透明基板の厚さが t_2 で屈折率が n_2 の第 2 の光情報記録媒体に情報記録された情報とを光源から出射した光束を 1 つの対物レンズで透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面からの反射光を光検出器により検出することにより記録再生する光ピックアップ装置において、該光検出器はほぼ平行に配置された複数の短冊状のセンサー素子によって構成され、該対物レンズは、光軸を中心に輪帯上に複数の領域に分割されており、少なくとも 1 つずつの第 1 の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域と第 2 の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域とを含み、第 1 の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、最も光軸から離れた領域の平均作動距離を f_{b1} 、第 2 の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、最も光軸から離れた領域の平均作動距離を f_{b2} としたとき、

$$0.05\text{mm} < |(fb1 + t1/n1) - (fb2 + t2/n2)| < 0.2\text{mm}$$

の条件を満たすことを特徴とする。ただし、平均作動距離とは、対物レンズの光情報記録媒体側の面と光軸との接平面を基準に、各輪帯状の領域を通る光束が光軸と交わる位置までの距離を面積平均した量から基板厚を差し引いた量である。

【0010】または、該対物レンズは、光軸を中心に輪帯状に複数の領域に分割されており、光軸上の第1輪帯領域は第1の光情報記録媒体と第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正され、第2の輪帯領域は第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正され、第3輪帯領域は遮蔽領域とされ、第4輪帯領域は第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正された領域とされている。この対物レンズの遮蔽領域はNA0.3~0.4であることが望ましい。

【0011】

【発明の実施の態様】以下、本発明の実施の態様の光ピックアップ装置について、図面によって説明する。図1において、光ピックアップ装置1は、光源である半導体レーザー2、光検出器3およびホログラム4からなるホローレーザー5、コリメータレンズ6および対物レンズ7からなり、半導体レーザー2からの光束は、ホログラム4、コリメータレンズ13を透過して絞リ8により絞られ、対物レンズ7によって光ディスクの透明基板を介して情報記録面9上に集光される。情報記録面9で情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物レンズ7、コリメータレンズ6により収束光となり、ホログラム4によりレーザー2からの光路と分離され、光検出器3に入射し、その出力信号を用いて光ディスク9に記録され

第1の光情報記録媒体(DVD) $t1 = 0.6\text{mm}$ $n1 = 1.58$
 第2の光情報記録媒体(CD) $t2 = 1.2\text{mm}$ $n2 = 1.58$
 コリメータレンズの焦点距離 $f_c = 20\text{mm}$
 記録面と光検出器間の倍率 $M = f_c / f_o = 20 / 3.36 = 5.95$
 センサーの長さ $L = 250\mu\text{m}$

であるから

$$(fb1 + t1/n1) - (fb2 + t2/n2) = 0.070\text{mm}$$

【0013】対物レンズの光情報記録媒体側の開口数NAの光線の収差量をSA(NA)としたときに、その光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離H(NA)は、以下の式で表される。

$$H(NA) = |SA(NA)| \times \tan\{\sin^{-1}(NA)\} \times |M|$$

CD記録再生時、第2領域からの光束は光検出器の中心を通る。このとき、第3領域の光軸より最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.6) = 132(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.6)\} \times 5.95 = 589(\mu\text{m})$$

た情報の読み取り信号が得られる。一方、光検出器3上でのスポットの形状変化による光量分布変化を検出して合焦検出やトラック検出を行なうが、その方法は周知であるので、説明は省略する。本発明の光ピックアップ装置は、複数種の光情報記録媒体を単一のホローレーザーによって再生するタイプのものであることが特に好ましい。

【0012】

【実施例】以下、対物レンズの実施例を示す。

10 (実施例1) 対物レンズは3つの領域に分割され、第1領域(NA0~0.20)および第3領域(NA0.38~0.6)は第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域であり、第2領域(NA0.2~0.38)は第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域である。光源波長650nmにおいて、第1領域の焦点距離は3.36mmであり、第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、もっとも光軸から離れた領域の平均作動距離をfb1、第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域のうち、もっとも光軸から離れた領域の平均作動距離をfb2としたとき、 $fb1 = 1.757\text{mm}$, $fb2 = 1.307\text{mm}$ 第1の光情報記録媒体に対するときの収差図を図3

(a)に、第2の光情報記録媒体に対するときの収差図を図3(b)に示す。基準位置(横軸の0位置)は対物レンズの光情報記録媒体側の面と光軸との接平面から光情報記録媒体に向かってfb1+t1およびfb2+t2離れた位置である。この実施例における光ピックアップ光学系の他の諸元は

第3領域の光軸から最も近い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは $H(0.38) = 91(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.38)\} \times 5.95 = 222(\mu\text{m})$

であり、いずれも、 $L/2$ 以上なので、第3領域の光はセンサーに入射することはない。第1領域の光軸から最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.2) = 76(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.2)\} \times 5.95 = 92(\mu\text{m})$$

であり、 $L/2$ 以下なのでセンサーに入射するが、この部分の光量は全体の10%程度と少なく、また、結像位置も大きく異なるので問題は生じない。

【0014】DVD記録再生時、第1領域および第3領域からの光束は、光検出器に戻ってきたときのセンサー

の中心を通る。このとき、第2領域の光軸から最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.38) = |-91(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.38)\} \times 5.95 = 222(\mu\text{m})$$

また、第2領域の光軸に最も近い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.2) = |-76(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.2)\} \times 5.95 = 92(\mu\text{m})$$

H(0.38)はL/2以上なのでセンサーに入射しないが、H(0.2)はL/2以下なのでセンサーに入射してしまう。しかし、第2領域の大部分の光はセンサーの外を通り、その上、第2領域の光量は第1領域および第3領域に比べて小さいので、問題は生じない。従って、DVD、CDの双方とも、フレアが少なく良好な記録再生が可能である。

第1の光情報記録媒体(DVD)

第2の光情報記録媒体(CD)

コリメータレンズの焦点距離 $f_c = 20\text{mm}$

記録面と光検出器間の倍率 $M = f_c / f_o = 20 / 3.36 = 5.95$

センサーの長さ $L = 250\mu\text{m}$

であるから

$$(fb1 + t1/n1) - (fb2 + t2/n2) = -0.153\text{mm}$$

【0016】CD記録再生時、第2領域からの光束は光検出器の中心を通る。このとき、第4領域の光軸から最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.6) = |-91(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.6)\} \times 5.95 = 406(\mu\text{m})$$

第4領域の光軸に最も近い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.4) = |-129(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.4)\} \times 5.95 = 335(\mu\text{m})$$

であり、いずれも、L/2以上なので、第4領域の光はセンサーに入射することはない。第2領域の光軸から最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.25) = |-144(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.25)\} \times 5.95 = 221(\mu\text{m})$$

第2領域の光軸に最も近い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.15) = |-150(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.15)\} \times 5.95 = 135(\mu\text{m})$$

であり、いずれも、L/2以上なので、第2領域の光はセンサーに入射することはない。

【0017】DVD記録再生時、第2領域および第4領域からの光束は、光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心を通る。このとき、第3領域の光軸から最も遠い

【0015】(実施例2)この実施例においては、対物レンズは4つの領域に分割され、第1領域(NA0~0.15)および第3領域(NA0.25~0.40)は第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域であり、第2領域(NA0.15~0.25)および第4領域(0.40~0.60)は第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域である。光源波長650nmにおいて、第1領域の焦点距離は3.36mmであり、

$$fb1 = 1.604\text{mm}, \quad fb2 = 1.377\text{mm}$$

第1の光情報記録媒体を挿入したときの収差図を図5

(a)に、第2の光情報記録媒体を挿入したときの収差図を図5(b)に示す。基準位置(横軸の0位置)は対物レンズの光情報記録媒体側の面と光軸との接平面から光情報記録媒体に向かって $fb1 + t1$ および $fb2 + t2$ 離れた位置である。この実施例における光ピックアップ光学系の他の諸元は

$$t1 = 0.6\text{mm} \quad n1 = 1.58$$

$$t2 = 1.2\text{mm} \quad n2 = 1.58$$

部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.40) = 129(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.4)\} \times 5.95 = 335(\mu\text{m})$$

また、第3領域の光軸に最も近い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.25) = 144(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.25)\} \times 5.95 = 221(\mu\text{m})$$

で、いずれもL/2以上なのでセンサーに入射しない。第1領域の光軸から最も遠い部分を通った光線が光検出器に戻ってきたときのセンサーの中心からの距離Hは

$$H(0.15) = 150(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.15)\} \times 5.95 = 135(\mu\text{m})$$

であり、H(0.15)はL/2以上なのでセンサーに入射しないが、H(0)は光軸上の光なので当然に入射する。しかし、第1領域の光量は第2領域および第4領域に比べて小さいので、問題は生じない。従って、DVD、CDの双方とも、フレアが少なく良好な記録再生が可能である。

【0018】(実施例3)この実施例においては、対物レンズは4つの領域に分割され、第1領域(NA0~0.297)は第1、第2光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域であり、第2領域(NA0.297~0.344)は第2の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域であり、第3領域(NA0.344~0.386)は本実施例の特徴である遮蔽部分とされ、第4領域(0.386~0.6

0) は第1の光情報記録媒体の基板厚を考慮して球面収差を補正した領域である。光源波長 $\lambda = 635\text{nm}$ であ

り、レンズデータを以下に示す。

| 面番号 | r | d | d' | n |
|-----|----------|-------|--------|--------|
| 1 | 2.114 | 2.2 | 2.1991 | 1.5383 |
| 2 | -7.963 | 1.757 | 1.377 | |
| 3 | ∞ | 0.6 | 1.2 | 1.58 |
| 4 | ∞ | | | |

表中 (') が附されているのはCD R対応時である。

【0019】それぞれの輪帯の非球面データは以下のよ

d' は、第2輪帯の形状を非球面形状式に従って光軸ま
で延長したときの光軸との交点と、第3面との光軸上の
間隔を示している。

うである。

【表1】

非球面データ

第1面 第1 $0 \leq H < 1.00$ (第1領域), $1.30 \leq H$ (第4領域)

非球面

$$\kappa = -0.97700$$

$$A_1 = 0.63761 \times 10^{-1} \quad P_1 = 3.0$$

$$A_2 = 0.36688 \times 10^{-1} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_3 = 0.83511 \times 10^{-1} \quad P_1 = 5.0$$

$$A_4 = -0.37296 \times 10^{-1} \quad P_1 = 6.0$$

$$A_5 = 0.46548 \times 10^{-1} \quad P_1 = 8.0$$

$$A_6 = -0.43124 \times 10^{-1} \quad P_1 = 10.0$$

第2 $1.00 \leq H < 1.159$ (第2領域)

非球面

$$\kappa = -0.11481 \times 10$$

$$A_1 = 0.70764 \times 10^{-1} \quad P_1 = 3.0$$

$$A_2 = -0.13388 \times 10^{-1} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_3 = 0.24084 \times 10^{-1} \quad P_1 = 5.0$$

$$A_4 = -0.97636 \times 10^{-1} \quad P_1 = 6.0$$

$$A_5 = 0.93136 \times 10^{-1} \quad P_1 = 8.0$$

$$A_6 = -0.68008 \times 10^{-1} \quad P_1 = 10.0$$

第2面

$$\kappa = -0.24914 \times 10^1$$

$$A_1 = 0.13775 \times 10^{-1} \quad P_1 = 3.0$$

$$A_2 = -0.41269 \times 10^{-1} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_3 = 0.21236 \times 10^{-1} \quad P_1 = 5.0$$

$$A_4 = -0.13895 \times 10^{-1} \quad P_1 = 6.0$$

$$A_5 = 0.16631 \times 10^{-1} \quad P_1 = 8.0$$

$$A_6 = -0.12138 \times 10^{-1} \quad P_1 = 10.0$$

また、非球面は次式に基づくものである。

【数1】

$$X = \frac{H^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(H/r)^2}} + \sum_j A_j H^{P_j}$$

但しXは光軸方向の軸、Hは光軸と垂直方向の軸、光の
進行方向を正とし、rは近軸曲率半径、 κ は円錐形数、
A_jは非球面係数、P_jは非球面のべき数(ただし、P
j ≥ 3)である。

【0020】第1光情報記録媒体、第2光情報記録媒体
対応時の球面収差を図6(a)(b)に示す。このよう
に補正された対物レンズによる波面は、球面収差によ
り、また屈折面の位置のずれにより、光路長の差を生じ
る。このため、収束点における各輪帯の光束の位相のず
れにより、スポットの光強度は強い影響を受ける。上記
データに示す実施例における波面収差を図7に示す。同

図(a)はDVD対応時、同図(b)はCD対応時を示
す。図8に集光スポットの光強度分布を示す。サイドロ
ープが極めて小さく、良好なスポット形状を示してい
る。

【0021】

【発明の効果】本発明光ピックアップ装置は、その対物
レンズそれ自身に、情報の再生に寄与しない光束が光検
出器に入射するのを防止するフレアカット機能を持た
せることにより、光ピックアップ装置が単純な構成であ
るにもかかわらず、複数種の光情報記録媒体の良好な記
録再生を可能とするという大きな効果を奏するもので
ある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップ装置の構成を示す概念
図である。

【図2】対物レンズの実施例1の平面図である。
 【図3】対物レンズ実施例1の球面収差図である。
 【図4】対物レンズの実施例2の平面図である。
 【図5】対物レンズの実施例2の球面収差図である。
 【図6】対物レンズの実施例3の球面収差図である。
 【図7】上記実施例3の波面収差図である。
 【図8】上記実施例3の集光スポットの光強度分布図である。
 【図9】同一対物レンズで複数種の光情報記録媒体の再生を行う光ピックアップ装置の1例の構成を示す概念図である。
 【図10】輪帯上領域を有するレンズの従来例を示す断面図である。
 【図11】図10の対物レンズの球面収差図である。

【符号の説明】

| | |
|-----------------|----------------|
| 1, 10 光ピックアップ装置 | 2, 11 半導体レーザー |
| 3, 30 光検出器 | 4 ホログラム |
| 5 ホロレーザ | 6, 13 コリメータレンズ |
| 7, 16: 対物レンズ | 8, 17 絞り |
| 9, 22 情報記録面 | 12 偏光ビームスプリッタ |
| 10 14 1/4 入板 | 15 2次元アクチュエータ |
| 18 シリンドリカルレンズ | 20 光ディスク |
| 21 透明基板 | |

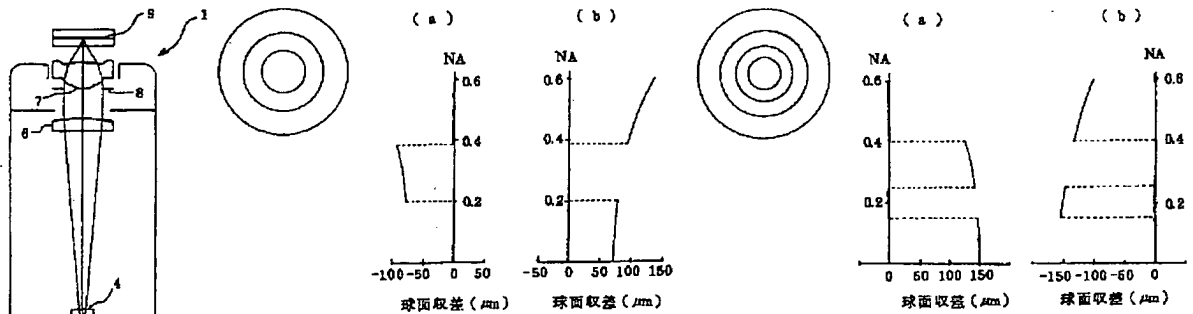
【図1】

【図2】

【図3】

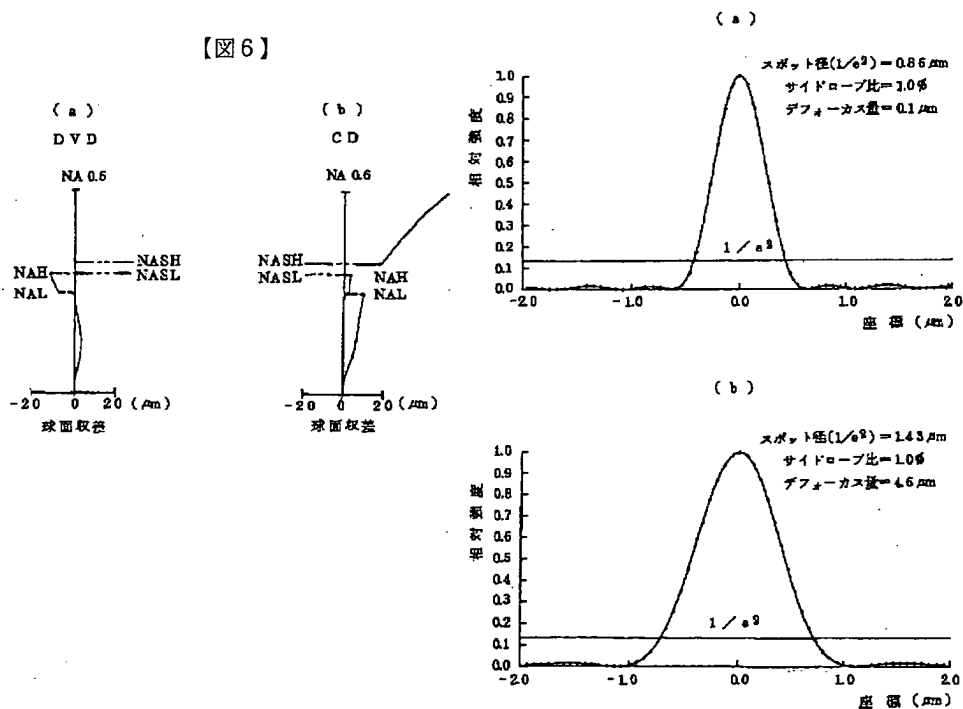
【図4】

【図5】

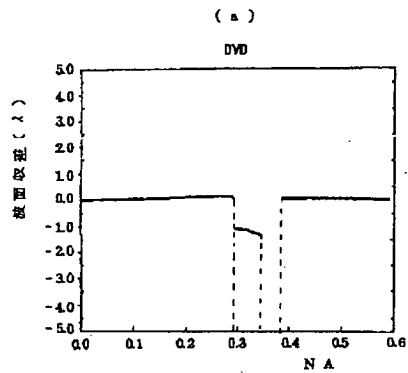


【図8】

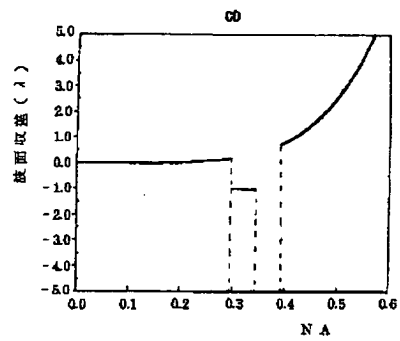
【図6】



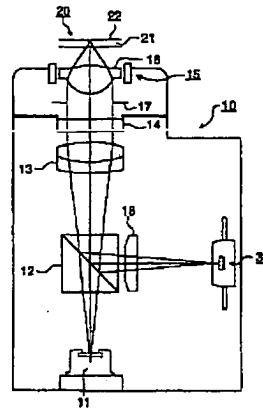
【図7】



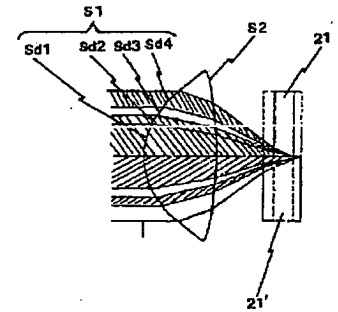
(b)



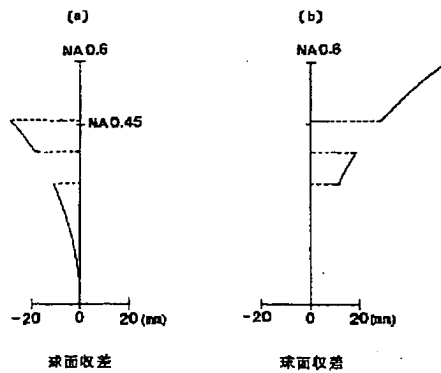
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

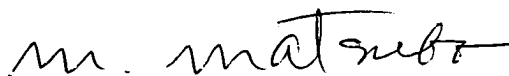
(72)発明者 荒井 則一
東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株
式会社内

Fターム(参考) 5D119 AA41 BA01 CA16 FA05 FA09
JA44 JA59 JB03

Date: April 14, 2004

Declaration

I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Unexamined Patent No. 2000-76694 laid open on March 14, 2000.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba' with a stylized flourish at the end.

Michihiko Matsuba

Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.

OPTICAL PICKUP DEVICE

Japanese Unexamined Patent No. 2000-76694

Laid-open on: March 14, 2000

Application No. Hei-10-253336

Filed on: August 25, 1998

Inventor: Rika NARUMI, et al.

Applicant: Konica Corporation

Patent attorney: Humio SATO, et al.

SPECIFICATION

[Title of the invention] Optical Pickup Device

[Abstract]

[Object] In an optical pickup that uses a holo-laser, a photodetector becomes large from practical limits of position accuracy of the photodetector, and, especially in CD recording/reproducing, a noise occurrence caused by flare and a deterioration of a focus error signal become remarkable. Since a problem is caused especially when a plurality of kinds of optical information recording mediums are reproduced by a single light source, this is solved accordingly.

[Solution Means] In an optical pickup device of this invention,

flare is cut by producing a great gap between a condensing point of a light flux for reproducing a first optical information recording medium and a condensing point of a light flux for reproducing a second optical information recording medium so that light reflected from a recording surface is made incident on a position deviating from a photodetector and so that the flare does not affect the photodetector. Alternatively, a light intercepting layer is formed on a surface of an objective lens so that light fluxes of a range in which light reflected from the recording surface is made incident on the photodetector are cut outside a necessary numerical aperture when the second optical information recording medium is reproduced.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical pickup device for recording and reproducing information recorded in a first optical information recording medium whose transparent substrate is t_1 in thickness and n_1 in refractive index and information recorded in a second optical information recording medium whose transparent substrate is t_2 in thickness and n_2 in refractive index by condensing a light flux emitted from a light source on an information recording surface through the transparent substrate by use of a single objective lens and by detecting

reflected light from the information recording surface by means of a photodetector, wherein

the photodetector is made up of a plurality of paper strip-like sensor elements disposed substantially in parallel, and

the objective lens is divided into a plurality of areas centering on an optical axis in annular band-shaped form, the areas including at least one area where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium and at least one area where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the second optical information recording medium, and the following condition is satisfied:

$$0.05\text{mm} < |(fb1+t1/n1) - (fb2+t2/n2)| < 0.2\text{mm}$$

where fb1 is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium, fb2 is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the second optical information recording medium, and the mean working distance is a quantity obtained by subtracting the substrate thickness

from a quantity obtained by areally averaging a distance to a position where a light flux passing through each annular band-shaped area intersects the optical axis, based on a tangent plane between a surface of the objective lens on the side of the optical information recording medium and the optical axis.

[Claim 2] An optical pickup device according to Claim 1, wherein the following condition is satisfied:

$$30\mu\text{m} < |L/M| < 150\mu\text{m}$$

where L is the length of a long side of the paper strip-like sensor element, and M is the magnification between the information recording surface and the photodetector.

[Claim 3] An optical pickup according to Claim 1 or Claim 2, including a hologram element to guide light reflected from the information recording surface toward the photodetector.

[Claim 4] An optical pickup according to any one of Claims 1 to 3, wherein the light source and the photodetector are within substantially the same plane.

[Claim 5] An optical pickup device for recording and reproducing information recorded in a first optical information recording medium whose transparent substrate is t_1 in thickness and n_1 in refractive index and information recorded in a second optical information recording medium whose

transparent substrate is t_2 in thickness and n_2 in refractive index by condensing a light flux emitted from a light source on an information recording surface through the transparent substrate by use of a single objective lens and by detecting reflected light from the information recording surface by means of a photodetector, wherein

the photodetector is made up of a plurality of paper strip-like sensor elements disposed substantially in parallel, and

the objective lens is divided into a plurality of areas centering on an optical axis in annular band-shaped form, a first annular band-shaped area on the optical axis being an area in which spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium and a substrate thickness of the second optical information recording medium, a second annular band-shaped area being an area in which spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium, a third annular band-shaped area being an opaque area, a fourth annular band-shaped area being an area in which spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium.

[Claim 6] An optical pickup device according to Claim 5, wherein the opaque area of the objective lens is NA 0.3 to 0.4.

[Claim 7] An optical pickup according to Claim 5 or Claim 6, including a hologram element to guide light reflected from the information recording surface toward the photodetector.

[Claim 8] An optical pickup according to any one of Claims 5 to 7, wherein the light source and the photodetector are within substantially the same plane.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an objective lens for an optical pickup device and, particularly, to an objective lens capable of allowing a plurality of optical information recording mediums that are different in recording density from each other to perform recording and reproducing.

[0002]

[Prior Arts] In optical pickup devices in which an optical disk or the like is used as an optical information recording medium and in which a light flux from a laser source is condensed on a recording surface through a transparent substrate, there have been proposed various devices in which a plurality of optical information recording mediums, such as DVDs and CDs, that are different in the thickness of a transparent substrate and in

the recording density of information are recorded and reproduced by the same objective lens. Among those, a device that can record and reproduce a plurality of kinds of optical information recording mediums by the same objective lens is desirable to simplify the structure of an optical pickup and to achieve size reductions and cost reductions. An objective lens in which a refraction surface is divided into a plurality of annular band-shaped areas and in which aberration correction suitable for a corresponding optical information recording medium is performed in each area is known as such an objective lens.

[0003] Fig. 9 shows an example of an optical pickup device for reproducing a plurality of kinds of optical information recording mediums by the same objective lens. The optical pickup device 10 is made up of a semiconductor laser 11 that is a light source, a polarization beam splitter 12, a collimator lens 13, a $1/4\lambda$ plate 14, a diaphragm 17, an objective lens 16, a cylindrical lens 18 that is an astigmatism element, a photodetector 30, a two-dimensional actuator 15 for focus control and tracking control, etc. A light flux from the semiconductor laser 11 that is a light source passes through the polarization beam splitter 12, the collimator lens 13, and the $1/4\lambda$ plate 14, is then changed into a circularly polarized

parallel light flux, is then stopped down by the diaphragm 17, and is condensed on an information recording surface 22 through a transparent substrate 21 of an optical disk 20 by the objective lens 16. A reflected light flux modulated on the information recording surface 22 by an information pit is again changed into a convergent light flux by the objective lens 16, the $1/4\lambda$ plate 14, and the collimator lens 13, is then reflected by the polarization beam splitter 12, then passes through the cylindrical lens 18, and is made incident on the photodetector 30. A reading signal of information recorded on the optical disk 20 is obtained by using its output signal. On the other hand, focus detection and track detection are performed by detecting a change in the distribution of the quantity of light by a change in shape of a spot on the photodetector 30. As is well known, a focus error signal and a tracking error signal are generated by an arithmetic circuit, not shown, by using the output from the photodetector 30. The two-dimensional actuator 15 causes the objective lens 16 to move in an optical-axis direction so as to image the light flux on the information recording surface 22 based on this focus error signal, and, simultaneously, causes the objective lens 16 to move in a direction perpendicular to the optical axis so as to image the light flux on a predetermined track based on the

tracking error signal.

[0004] Fig. 10 and Fig. 11 are a sectional view of one example of an objective lens used in the thus constructed optical pickup device and an aberration diagram, respectively. One surface S1 of the objective lens is divided into four annular band-shaped areas Sd1 to Sd4. By using spherical aberration generated by a difference in thickness between transmission substrates, light fluxes that have passed through the areas Sd1, Sd2, and Sd4 are condensed on the first optical information recording medium 21, and light fluxes that have passed through the areas Sd1 and Sd3 are condensed on the second optical information recording medium 21'. For light fluxes of annular bands not used, for example, when the second optical information recording medium is recorded and reproduced, light fluxes that have passed through the annular band-shaped areas Sd2 and Sd4 for the first optical information recording medium become flare, and, if these are made incident on the photodetector 30, errors of the tracking signal or the focus error signal will be caused.

[0005] At this time, it is known to be able to effectively remove this flare if $|L/M|$ is within a range of 6 to $18\mu\text{m}$ where L is the magnitude of one side of a light receiving part of the photodetector, and M is the magnification of a beam-condensing

optical system between the information recording surface and the photodetector (Japanese Unexamined Patent Publication No. Hei-10-55564). In the pickup of Fig. 7, a quadripartite light-receiving element is used, and its size can be sufficiently reduced. Additionally, the magnification M can be appropriately selected by adding a lens together with the cylindrical lens 18.

[0006] However, in recent years, an element (hereinafter referred to as "holo-laser") in which a light source, a photodetector, and a hologram element, which separates a light flux emitted from the light source and light reflected from an optical information recording medium from each other, are united has been widely used especially in an optical pickup device for CDs. This holo-laser has the following features.

(1) From practical limits of position accuracy among the hologram, the light source, and the photodetector, the photodetector is made up a plurality of paper strip-like elements, and the length L of a long side of each element is $200\mu\text{m}$ to $800\mu\text{m}$, is long.

(2) In order to raise the efficiency of the light source, the magnification between the light source and the information recording surface of the optical information recording medium is 5 to 7, which is small.

(3) Since the light source and the photodetector are in substantially the same plane, the magnification M between the information recording surface of the optical information recording medium and the photodetector is likewise 5 to 7. Therefore, L/M becomes large, and the occurrence of noise caused by flare and a deterioration of a focus error signal become remarkable especially in CD recording/reproducing.

[0007] This flare can be cut by inserting an aperture stop or disposing a liquid crystal shutter. However, the advantage of the holo-laser comes to be lost as a result. In other words, the holo-laser is constructed by uniting a hologram, a light source, and a photodetector together, and the beam-condensing optical system can be assembled from two or three units, that is, from a holo-laser and an objective lens or from a holo-laser, a collimator lens, and an objective lens, but the structure of the pickup becomes complex by adding components such as a diaphragm, and reliability is also lowered. When two or more lasers with different wavelengths are used as light sources, it is possible to deal with each light source, but, when a plurality of kinds of optical information recording mediums are recorded and reproduced by a single light source, in particular, problems are caused.

[0008]

[Problems to be Solved by the Invention] The present invention is to obtain an optical pickup device capable of excellently recording and reproducing a plurality of kinds of optical information recording mediums without including the aforementioned problems in spite of an extremely simple structure by providing an objective lens itself with a function to cut the aforementioned flare.

[0009]

[Means for Solving Problems] In the optical pickup device of this invention, flare is cut by producing a great gap between a condensing point of a light flux for reproducing a first optical information recording medium and a condensing point of a light flux for reproducing a second optical information recording medium so that light reflected from a recording surface is made incident on a position deviating from a photodetector and so that the flare does not affect the photodetector. Alternatively, a light intercepting layer is formed on a surface of an objective lens so that light fluxes of a range in which light reflected from the recording surface is made incident on the photodetector are cut outside a necessary numerical aperture when the second optical information recording medium is reproduced. The optical pickup device is to record and reproduce information recorded in a

first optical information recording medium whose transparent substrate is t_1 in thickness and n_1 in refractive index and information recorded in a second optical information recording medium whose transparent substrate is t_2 in thickness and n_2 in refractive index by condensing a light flux emitted from a light source on an information recording surface through the transparent substrate by use of a single objective lens and by detecting reflected light from the information recording surface by means of a photodetector, and the optical pickup device is characterized in that the photodetector is made up of a plurality of paper strip-like sensor elements disposed substantially in parallel, and the objective lens is divided into a plurality of areas centering on an optical axis in annular band-shaped form, the areas including at least one area where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium and at least one area where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the second optical information recording medium, and the following condition is satisfied:

$$0.05\text{mm} < |(fb_1 + t_1/n_1) - (fb_2 + t_2/n_2)| < 0.2\text{mm}$$

where fb_1 is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration

is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium, fb_2 is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the second optical information recording medium. Here, the mean working distance is a quantity obtained by subtracting the substrate thickness from a quantity obtained by areally averaging a distance to a position where a light flux passing through each annular band-shaped area intersects the optical axis, based on a tangent plane between a surface of the objective lens on the side of the optical information recording medium and the optical axis.

[0010] Alternatively, the objective lens is divided into a plurality of areas centering on an optical axis in an annular band-shaped form, in which a first annular band-shaped area on the optical axis is an area where spherical aberration is corrected in consideration of a substrate thickness of the first optical information recording medium and a substrate thickness of the second optical information recording medium, a second annular band-shaped area is an area where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium,

a third annular band-shaped area is an opaque area, and a fourth annular band-shaped area is an area where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium. Preferably, the opaque area of the objective lens is NA 0.3 to 0.4.

[0011]

[Preferred Embodiments] The optical pickup device according to the preferred embodiments of the present invention will be hereinafter described with reference to the drawings. In Fig. 1, the optical pickup device 1 is made up of a semiconductor laser 2 that is a light source, a holo-laser 5 consisting of a photodetector 3 and a hologram 4, a collimator lens 6, and an objective lens 7. A light flux from the semiconductor laser 2 passes through the hologram 4 and a collimator lens 13, is then stopped down by a diaphragm 8, and is condensed on an information recording surface 9 through a transparent substrate of an optical disk by means of the objective lens 7. A reflected light flux that has been modulated on the information recording surface 9 by an information pit is again changed into a convergent light flux by the objective lens 7 and by the collimator lens 6, is then separated from the optical path from the laser 2 by means of the hologram 4, and is made incident on the photodetector 3, and, by using its output signal,

a reading signal of information recorded on the optical disk 9 is obtained. On the other hand, focus detection and track detection are performed by detecting a change in the distribution of the quantity of light by a change in shape of a spot on the photodetector 3, and, since its method is well known, a description thereof is omitted. Particularly preferably, the optical pickup device of the present invention is of a type that reproduces a plurality of kinds of optical information recording mediums by means of a single holo-laser.

[0012]

[Examples] Embodiments of the objective lens will be hereinafter shown.

(Example 1) The objective lens is divided into three areas in which a first area (NA 0 to 0.20) and a third area (NA 0.38 to 0.6) are areas where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium, and a second area (NA 0.2 to 0.38) is an area where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium. In a wavelength of 650 nm of the light source, the focal length of the first area is 3.36mm, and the following relationships are obtained:

$fb1=1.757\text{mm}$, $fb2=1.307\text{mm}$

where $fb1$ is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium, and $fb2$ is a mean working distance in an area farthest from the optical axis among the areas where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium. An aberration diagram with respect to the first optical information recording medium is shown in Fig. 3(a), and an aberration diagram with respect to the second optical information recording medium is shown in Fig. 3(b). Reference positions (0 position of an abscissa axis) are set apart by $fb1+t1$ and by $fb2+t2$ from a tangent plane between a surface of the objective lens on the side of the optical information recording medium and the optical axis toward the optical information recording medium. Other parameters of the optical pickup optical system in this example are:

First optical information recording medium (DVD) $t1=0.6\text{mm}$,
 $n1=1.58$

Second optical information recording medium (CD) $t2=1.2\text{mm}$,
 $n2=1.58$

Focal length of collimator lens $fc=20\text{mm}$

Magnification between recording surface and photodetector
 $M = f_c / f_o = 20 / 3.36 = 5.95$

Length of sensor $L = 250 \mu\text{m}$

Therefore,

$$(f_{b1} + t_1 / n_1) - (f_{b2} + t_2 / n_2) = 0.070 \text{ mm}$$

[0013] If the quantity of aberration of a light beam of a numerical aperture NA of the objective lens on the side of the optical information recording medium is represented as SA(NA), the distance H (NA) from the center of the sensor when that light beam returns to the photodetector is expressed by the following equation:

$$H(\text{NA}) = |\text{SA}(\text{NA})| \times \tan\{\sin^{-1}(\text{NA})\} \times |M|$$

A light flux from the second area passes through the center of the photodetector in CD recording/reproducing. At this time, the distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the third area returns to the photodetector is:

$$H(0.6) = 132 (\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.6)\} \times 5.95 = 589 (\mu\text{m})$$

The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part nearest to the optical axis of the third area returns to the photodetector is:

$$H(0.38) = 91 (\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.38)\} \times 5.95 = 222 (\mu\text{m})$$

Since both are $L/2$ or more, light of the third area is never

made incident on the sensor. The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the first area returns to the photodetector is:

$$H(0.2)=76(\mu\text{m})\times\tan\{\sin^{-1}(0.2)\}\times5.95=92(\mu\text{m})$$

Since this is L/2 or less, light is made incident on the sensor, but the quantity of light in this part is about 10% of the whole, which is small, and, since there is a large difference in image formation position, problems are not caused.

[0014] A light flux from the first area and from the third area passes through the center of the sensor when the light flux returns to the photodetector in DVD recording/reproducing. At this time, the distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the second area returns to the photodetector is:

$$H(0.38)=|-91(\mu\text{m})|\times\tan\{\sin^{-1}(0.38)\}\times5.95=222(\mu\text{m})$$

The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part nearest to the optical axis of the second area returns to the photodetector is:

$$H(0.2)=|-76(\mu\text{m})|\times\tan\{\sin^{-1}(0.2)\}\times5.95=92(\mu\text{m})$$

Since H(0.38) is L/2 or more, the light is not made incident on the sensor, but, since H(0.2) is L/2 or less, the light is

made incident on the sensor. However, since most light of the second area passes outside the sensor, and since the quantity of light of the second area is smaller than that of the first area and than that of the third area, problems are not caused. Therefore, in both DVDs and CDs, flare is small, and excellent recording/reproducing can be performed.

[0015] (Example 2) In this example, the objective lens is divided into four areas in which a first area (NA 0 to 0.15) and a third area (NA 0.25 to 0.40) are areas where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium, and a second area (NA 0.15 to 0.25) and a fourth area (0.40 to 0.60) are areas where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium. In a wavelength of 650 nm of the light source, the focal length of the first area is 3.36mm, and the following relationships are obtained:

$$fb1=1.604\text{mm}, fb2=1.377\text{mm}$$

An aberration diagram obtained when the first optical information recording medium is inserted is shown in Fig. 5(a), and an aberration diagram obtained when the second optical information recording medium is inserted is shown in Fig. 5(b). Reference positions (0 position of an abscissa axis) are set

apart by $fb1+t1$ and by $fb2+t2$ from a tangent plane between a surface of the objective lens on the side of the optical information recording medium and the optical axis toward the optical information recording medium. Other parameters of the optical pickup optical system in this example are:

First optical information recording medium (DVD) $t1=0.6\text{mm}$,
 $n1=1.58$

Second optical information recording medium (CD) $t2=1.2\text{mm}$,
 $n2=1.58$

Focal length of collimator lens $fc=20\text{mm}$

Magnification between recording surface and photodetector
 $M=fc/fo=20/3.36=5.95$

Length of sensor $L=250\mu\text{m}$

Therefore, $(fb1+t1/n1)-(fb2+t2/n2)=-0.153\text{mm}$

[0016] A light flux from the second area passes through the center of the photodetector in CD recording/reproducing. At this time, the distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the fourth area returns to the photodetector is:

$$H(0.6) = |-91(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.6)\} \times 5.95 = 406(\mu\text{m})$$

The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part nearest from the optical axis

of the fourth area returns to the photodetector is:

$$H(0.4) = |-129(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.4)\} \times 5.95 = 335(\mu\text{m})$$

Since both are $L/2$ or more, light of the fourth area is never made incident on the sensor. The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the second area returns to the photodetector is:

$$H(0.25) = |-144(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.25)\} \times 5.95 = 221(\mu\text{m})$$

The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part nearest to the optical axis of the second area returns to the photodetector is:

$$H(0.15) = |-150(\mu\text{m})| \times \tan\{\sin^{-1}(0.15)\} \times 5.95 = 135(\mu\text{m})$$

Since both are $L/2$ or more, the light of the second area is never made incident on the sensor.

[0017] A light flux from the second area and from the fourth area passes through the center of the sensor when the light flux returns to the photodetector in DVD recording/reproducing. At this time, the distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the third area returns to the photodetector is:

$$H(0.40) = 129(\mu\text{m}) \times \tan\{\sin^{-1}(0.4)\} \times 5.95 = 335(\mu\text{m})$$

The distance H from the center of the sensor when a light beam

that has passed through a part nearest to the optical axis of the third area returns to the photodetector is:

$$H(0.25)=144(\mu\text{m})\times\tan\{\sin^{-1}(0.25)\}\times 5.95=221(\mu\text{m})$$

Since both are $L/2$ or more, the light is never made incident on the sensor. The distance H from the center of the sensor when a light beam that has passed through a part farthest from the optical axis of the first area returns to the photodetector is:

$$H(0.15)=150(\mu\text{m})\times\tan\{\sin^{-1}(0.15)\}\times 5.95=135(\mu\text{m})$$

Since $H(0.15)$ is $L/2$ or more, the light is not made incident on the sensor, but, since $H(0)$ is light existing on the optical axis, the light is made incident on the sensor, as a matter of course. However, since the quantity of light of the first area is smaller than that of the second area and than that of the fourth area, problems are not caused. Therefore, in both DVDs and CDs, flare is small, and excellent recording/reproducing can be performed.

[0018] (Example 3) In this example, the objective lens is divided into four areas in which a first area (NA 0 to 0.297) is an area where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first and second optical information recording mediums, a second area (NA 0.297 to 0.344) is an area where spherical aberration is

corrected in consideration of the substrate thickness of the second optical information recording medium, a third area (NA 0.344 to 0.386) is an opaque part that is a feature of this example, and a fourth area (0.386 to 0.60) is an area where spherical aberration is corrected in consideration of the substrate thickness of the first optical information recording medium. The wavelength λ of the light source is 635nm, and lens data is as follows.

| Surface Number | r | d | d' | n |
|----------------|----------|-------|--------|--------|
| 1 | 2.114 | 2.2 | 2.1991 | 1.5383 |
| 2 | -7.963 | 1.757 | 1.377 | |
| 3 | ∞ | 0.6 | 1.2 | 1.58 |
| 4 | ∞ | | | |

Symbol (') given in the table denotes a case corresponding to CDR. d' denotes a distance on the optical axis between the third surface and an intersection point with the optical axis when the shape of the second annular band is extended to the optical axis in accordance with the aspherical shape formula.

[0019] Aspherical surface data concerning each annular band is as follows.

[Table 1]

Aspherical surface data

| | | |
|---------------|--------------------------|---|
| First surface | First aspherical surface | $0 \leq H < 1.00$ (First area), $1.30 \leq H$ (Fourth area) |
|---------------|--------------------------|---|

$$\begin{aligned}
\kappa &= -0.97700 \\
A_1 &= 0.63761 \times 10^{-3} & P_1 &= 3.0 \\
A_2 &= 0.36688 \times 10^{-3} & P_2 &= 4.0 \\
A_3 &= 0.83511 \times 10^{-2} & P_3 &= 5.0 \\
A_4 &= -0.37296 \times 10^{-2} & P_4 &= 6.0 \\
A_5 &= 0.46548 \times 10^{-3} & P_5 &= 8.0 \\
A_6 &= -0.43124 \times 10^{-4} & P_6 &= 10.0
\end{aligned}$$

Second
aspherical
surface

$$\begin{aligned}
&1.00 \leq H < 1.159 \text{ (Second area)} \\
\kappa &= -0.11481 \times 10 \\
A_1 &= 0.70764 \times 10^{-2} & P_1 &= 3.0 \\
A_2 &= -0.13388 \times 10^{-1} & P_2 &= 4.0 \\
A_3 &= 0.24084 \times 10^{-1} & P_3 &= 5.0 \\
A_4 &= -0.97636 \times 10^{-2} & P_4 &= 6.0 \\
A_5 &= 0.93136 \times 10^{-3} & P_5 &= 8.0 \\
A_6 &= -0.68008 \times 10^{-4} & P_6 &= 10.0
\end{aligned}$$

Second
surface

$$\begin{aligned}
\kappa &= -0.24914 \times 10^2 \\
A_1 &= 0.13775 \times 10^{-2} & P_1 &= 3.0 \\
A_2 &= -0.41269 \times 10^{-2} & P_2 &= 4.0 \\
A_3 &= 0.21236 \times 10^{-1} & P_3 &= 5.0 \\
A_4 &= -0.13895 \times 10^{-1} & P_4 &= 6.0 \\
A_5 &= 0.16631 \times 10^{-2} & P_5 &= 8.0 \\
A_6 &= -0.12138 \times 10^{-3} & P_6 &= 10.0
\end{aligned}$$

The aspherical surface is based on the following equation.

[Formula 1]

$$X = \frac{H^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) (H / r)^2}} + \sum_j A_j H^{P_j}$$

where X is an axis in the optical-axis direction, H is an axis perpendicular to the optical axis, the direction in which light proceeds is positive, r is a paraxial curvature radius, κ is a conical coefficient, A_j is an aspherical coefficient, and P_j is an exponent of the aspherical surface (where $P_j \geq 3$).

[0020] Fig. 6(a) and Fig. 6(b) show spherical aberrations corresponding to the first optical information recording medium and the second optical information recording medium, respectively. The wavefront by the objective lens corrected in this way generates a difference in the optical path length because of the spherical aberration or because of the positional deviation of the refractive surface. Therefore, the light intensity of a spot is strongly affected by the phase deviation of a light flux of each annular band at a convergent point. Fig. 7 shows a wavefront aberration in the example shown in the aforementioned data. (a) of the figure corresponds to DVDs, and (b) of the figure corresponds to CDs. Fig. 8 shows the light intensity distribution of a convergent spot. The sidelobe is extremely small, and excellent spot shapes are shown.

[0021]

[Effect of the Invention] By providing an objective lens itself with a flare cutting function by which a light flux that does not contribute to reproducing information is prevented from being incident on a photodetector, the optical pickup device of the present invention achieves a noticeable effect by which the excellent recording/reproducing of a plurality of kinds of optical information recording mediums is accomplished in spite of the fact that the optical pickup device has a simple structure.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] Conceptual diagram showing a structure of the optical pickup device of the present invention.

[Fig. 2] Plan view of the first example of the objective lens.

[Fig. 3] Spherical aberration diagram of the first example of the objective lens.

[Fig. 4] Plan view of the second example of the objective lens.

[Fig. 5] Spherical aberration diagram of the second example of the objective lens.

[Fig. 6] Spherical aberration diagram of the third example of the objective lens.

[Fig. 7] Wavefront aberration diagram of the third example.

[Fig. 8] Light intensity distribution diagram of a convergent

spot of the third example.

[Fig. 9] Conceptual diagram showing a structure of one example of the optical pickup device that reproduces a plurality of kinds of optical information recording mediums by means of the same objective lens.

[Fig. 10] Sectional view showing a conventional example of a lens that has annular band-shaped areas.

[Fig. 11] Spherical aberration diagram of the objective lens of Fig. 10.

[Description of Symbols]

1,10 Optical pickup device

2,11 Semiconductor laser

3,30 Photodetector

4 Hologram

5 Holo-laser

6,13 Collimator lens

7,16 Objective lens

8,17 Diaphragm

9,22 Information recording surface

12 Polarization beam splitter

14 $1/4\lambda$ plate

15 Two-dimensional actuator

18 Cylindrical lens

20 Optical disk

21 Transparent substrate

Figs. 3, 5, 6, 11

Spherical aberration (μm)

Fig. 8(a)

Spot diameter ($1/e^2$)= $0.85\mu\text{m}$

Sidelobe ratio=1.0%

Quantity of defocus= $0.1\mu\text{m}$

Relative intensity

Coordinate (μm)

Fig. 8(b)

Spot diameter ($1/e^2$)= $1.43\mu\text{m}$

Sidelobe ratio=1.0%

Quantity of defocus= $4.5\mu\text{m}$

Relative intensity

Coordinate (μm)

Fig. 7(a)

Wavefront aberration (λ)

Fig.1

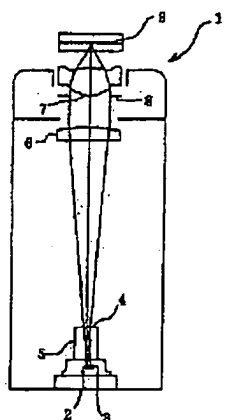


Fig.2

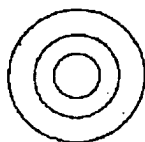


Fig.3

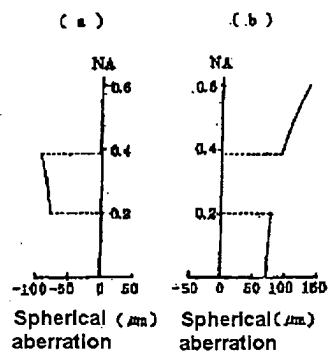


Fig.4

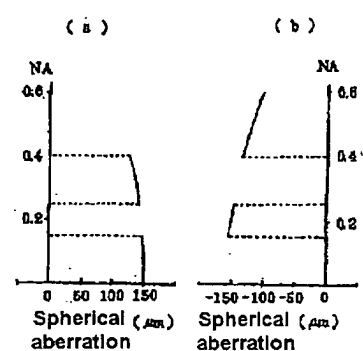
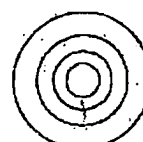


Fig.5

Fig.6

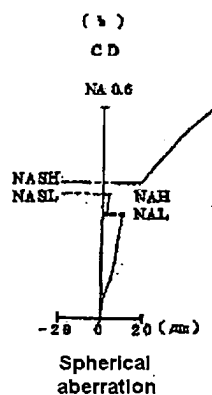
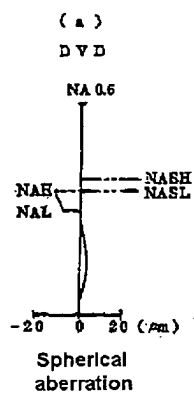


Fig.8

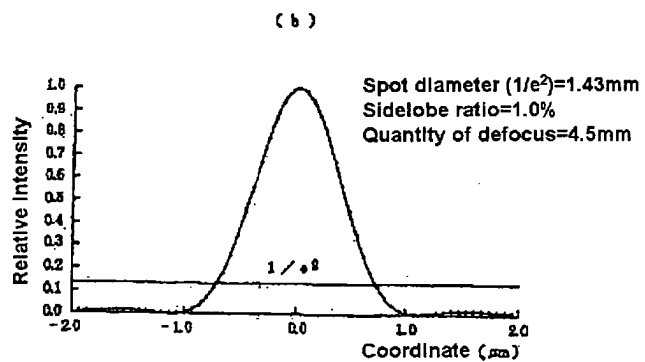
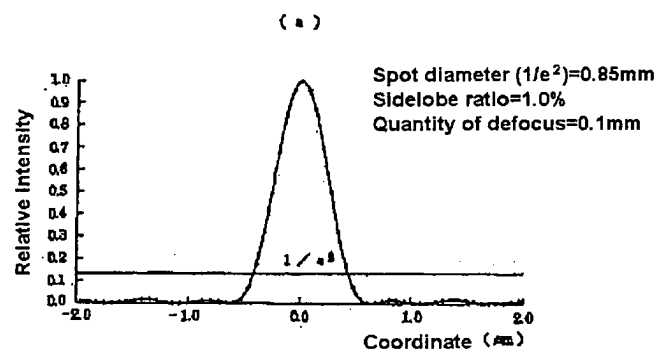


Fig.7

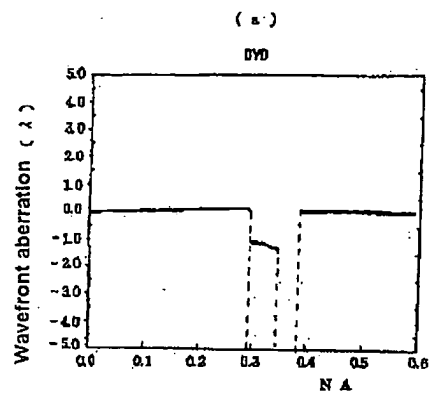


Fig.9

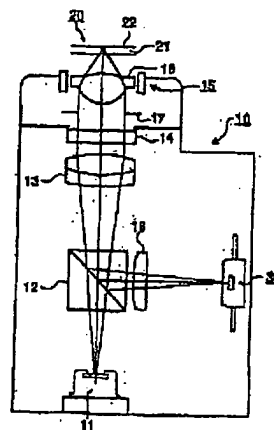


Fig.10

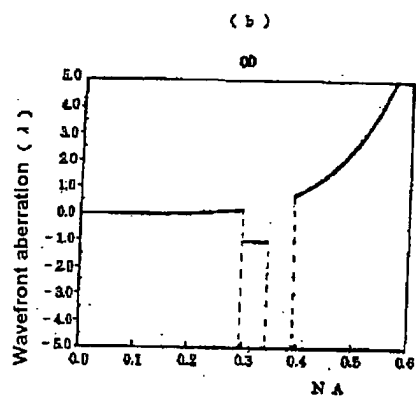
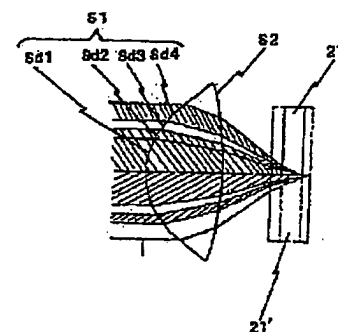


Fig.11

